臺灣水稻病害之綜合管理

張義璋
臺中縣　行政院農業委員會農業試驗所植病組
ycchang.cf@msa.hinet.net

摘　要

文獻記載臺灣稻作及稻米共有 75 種病害，常見的稻作病害有 16 種。水稻病害依照病原生態、感染及傳播速率，可分爲風土病及流行病兩大類。瞭解病害發生之生態，有利於病害之管理。水稻病害之綜合管理，包括選種稻抗病品種、栽培管理及藥劑防治三大項。稻抗病品種推出後，病原菌會產生新生理小種，致使抗病品種罹病化，區域性稻品種多樣化可降低病害之大流行。栽培管理工作，包括稻種處理、育苗、整地、灌排水、行株距、施肥及田間衛生等均需相互對應。瞭解發病生態可掌握藥劑防治適機。風土病每年甚至每期稻作都會發生的病害，可依據稻生育期決定防治時機。流行病則受氣候影響，要留意病害發生預測，掌握發病初期的防治措施。

臺灣水稻病害發生概況

臺灣地處亞熱帶，高溫多濕的海島型氣候，很適合各種稻作病原之繁殖及爲害。文獻記載臺灣稻作及稻米共有 75 種病害，其中包含不同病原引起同一病害如秧苗立枯病，或同一病原引起不同病害。臺灣水稻每年因病害的損失，據估計約 6 %之譜。稻作病害防治與土地、耕種技術及品種等改良工作，具同等重要性 (32,53,54) 。

臺灣水稻病害之種類，有源自日據時期就有記載的老病害，包括稻熱病、徒長病、小粒菌核病、紋枯病、胡麻葉枯病、葉鞘腐敗病及稻麴病等。其中，稻熱病爲存在已久的老流行病，本病曾數次嚴重發生驚動各界。據家父告知， 1923 年即日本裕仁太子來臺旅行當年，臺灣第一期稻作發生嚴重稻熱病，第二期作又發生大旱災，造成全世界稻米大減產。 1899 年日本政府將日本型稻種引進臺灣試種，初期只適合高冷地栽種，至 1922 年改善育苗技術而克服種植日本型稻的困難，平地種

植日本型稻的面積自 1923 年起迅速擴大，隨之在 1926 年日本型稻種發生嚴重稻熱病，造成幾無收量的損失，因而開啓臺灣稻熱病抗病育種的契機。而後， 1966 年葉稻熱病及穗稻熱病發病面積均達 7 萬公頃，各佔栽培面積二成一，當年抗稻熱病品種臺南五號適時推出，深受好評 (32) 。

因水稻新品種育成推廣，栽培管理方式改變、耕作制度更替或氣象異常等，均會改變病原所承受的環境壓力，而改變病害種類。 1960 年第二期作屏東地區發生原因不明的病害，最初以爲係土壤氧化電位低落所引起之生理性窒息病，後經邱人璋教授研究證實本病經由葉蟬媒介傳播，爲未曾被記錄之新病毒病害，將之命名爲水稻黃葉病 (Transitory yellowing) ，近年來積極防除媒介昆蟲，而能抑制本病之危害 (16) 。其它台灣新記錄病害， 1971 年第一期稻作的箱育秧苗立枯病，因能迅速找出防治方法，揷秧機械化才能順利推行 (70,71) 。 1974 年第二期稻作，在嘉南及南投地區，栽培長粒型秈稻品種嘉農秈選 8 號及嘉農秈 11 號時，發生急性萎凋型白葉枯病 (Kresek)(83) ，其後可能因氣候環境因素，不再發生此型病害。 1976 年台南縣發生嚴重水稻不稔症，後經研究發現係由稻細蟎與葉鞘腐敗病菌複合感染 (68,80,81,82) ，往後在乾燥氣候環境下，也常見到本病，只是罹病程度輕重有別而已。 1982 年第二期作，中南部水稻發生細菌性穀枯病 (Bacterial Grain Rot of Rice) ，經過各地調查發現本病在中南部經常發生 (72,75) 。 1997 年第二期作，中部台中秈 10 號水稻發生淡黃化型白葉枯病，而後各地陸續發現，本型病害主要發生在白葉枯病極感病稻品種。

台灣水稻病害之發生，除受稻品種、栽培管理及氣象因子等影響，各地區因土壤質地與肥力差異，病害種類及發病程度亦會有所不同。整體來看病害的變遷，有經常會發生的風土病，如紋枯病、胡麻葉枯病、徒長病及線蟲白尖病等屬於全面性的。例如水稻紋枯病發生面積，依據統計報告， 1963 至 1991 年期間第一期作平均發病面積率爲 15.8 %，第二期作爲 16.7 %，稻紋枯病已儼然成爲本省稻作之重要風土病。其他屬於地區性的風土病有：葉鞘腐敗病、褐條葉枯病、稻麴病、穗枯病、赤色菌核病及褐色菌核病等菌核病。病毒病害及近似病害之發生，受栽培管理、田間衛生之影響比較大。除風土病外，台灣有稻熱病及白葉枯病二大流行病，當遇上適合發病之流行年，常引起重大的災害損失。稻熱病在第一期作較嚴重，據統計報告， 1966 至 1988 年共 23 年期間，第一期作平均葉稻熱病發生面積 34,269 公頃，穗稻熱病 26,400 公頃。近年來稻白葉枯病已逐漸普遍且日益嚴重，其破壞性已有凌駕稻熱病之勢，爲臺灣地區稻作主要流行病害之一。依據農林廳報告， 1980 年以前，第一期作甚少發病；第二期作亦僅 1968 、 1970 、 1975 及 1977 年等發病面積達一萬公頃以上，未超過二萬公頃。 1981 年後，每年第二期作發病面積均在

一萬五千公頃以上，其中 1985 、 1989 及 1994 年等均高達四萬公頃以上，頗為嚴重；第一期作也常有發生，如 1989 、 1990 及 1992 年的一期稻作，發病面積均達一萬公頃以上。是知本病害不論一期作或二期作，對臺灣稻作已造成相當程度的威脅，並嚴重地影響水稻米質及產量 (53,54,55) 。

臺灣水稻主要病害之生態

水稻病害依照病原生態、感染及傳播速率，可分為風土病及流行病兩大類。兩大類病害中，各病害的生態亦有所不同。吾人想要做好水稻病害之綜合管理，務必先瞭解主要病害之生態特性。再依歷史經驗，就各地區之常發生或易發生之病害，做管理重點。臺灣水稻主要病害生態之整理資料簡述如下。

一、稻熱病(blast)

稻熱病菌在田間以無性世代存在，常以菌絲殘存在病組織中，罹病稻穀及稻草都是第一次感染源。遇到適合本菌生長的高濕環境，殘存的菌絲細胞活化長出新菌絲。新菌絲上形成分生孢子，成熟孢子彈離分生孢子梗，散佈在空氣中，藉著氣流迅速傳播。

有關稻熱病菌的菌絲生長及產孢的溫度，世界各地的研究報告有很大差異，除地域性差異外，菌株間也有所不同。溫度 8(9)-37°C範圍內，稻熱病菌的菌絲均可生長，最適菌絲生長之溫度為 28 °C。本菌之產孢溫度範圍為 10(15)-35 °C，最適溫度為 28 °C。雖然 28 °C最適合產孢，但經過 9 天後產孢量下降。相對的，本菌在 16 、 20 及 24 °C環境下，產孢量有增加的趨勢，這種趨勢可延續 15 天之久 (10,33,85) 。

稻熱病菌分生孢子發芽時，需要水膜及幾近飽和的相對濕度。溫度 20-32°C及高濕度環境下，分生孢子掉落在稻體後 3 小時，孢子發芽率高達 80 % 以上。分生孢子發芽產生發芽管，發芽管先端形成附著器 (appressorium) ，形成附著器之溫度範圍為 12-36 °C之間，而以 16-24 °C最適合。附著器會緊密附著於表皮，再產生侵入釘穿入組織中，溫度 20-28 °C範圍內，最適宜稻熱病菌的侵入，部分孢子從掉落稻體到完成侵入只需 6 小時 (10,33,44,69,79,85) 。

稻熱病菌侵入組織後，以菌絲體在稻組織中生長蔓延，菌絲吸取稻組織的養分繁殖。經 2-3 日的時間，菌絲體開始形成分生孢子梗，並由稻表皮組織伸出，分生孢子梗生長 4 小時後，開始產生分生孢子，孢子經 50-90 分鐘成熟，成熟孢子脫離孢子梗為田間第二次感染源。利用人工接種，發現稻熱病菌孢子從感染稻組織到再形成分生孢子，所需時間約 4-5 日。稻熱病菌感染水稻的週期短，病斑上的孢子多，病菌的散佈很快，所以容易成為流行病 (10,33,85) 。

不同時期栽種的水稻，因爲生長期間氣候不同，稻株對稻熱病的抗病力就會不同，低溫、日照不足或氣溫高低不定，會降低水稻的抗病力，例如生長於 20 °C之水稻比生長於 24-30 °C者感病。另一方面，水溫較氣溫高時，稻株較感病(10,33,85)。

栽培管理方式不同也是影響稻熱病發生的主要原因，氮肥過多稻株比較感病，前期作種植蔬菜或菸草，殘留肥料多，水稻較感病，鉀肥多較抗病。乾旱後遇雨促使稻株大量吸收氮肥，使稻葉呈現濃綠，對稻熱病較感病。水稻密植，稻株間的微氣候屬於高濕，尤其露期較長，也比較容易發生稻熱病(10,33,85)。

綜合氣象因子對稻熱病菌及水稻之影響。稻熱病菌感染水稻及產孢，需要有水膜及幾近飽和之相對濕度，所以小雨或重露有利發病。山區因霧氣重、濕度高，比開闊地區易發生稻熱病。最適病菌生長及產孢的溫度爲 28 °C， 16-24 °C可加長產孢期間，低溫及溫度高低不定，會降低稻株抗病力，所以本省梅雨期早來易發生葉稻熱病。水稻分蘗盛期後，稻株對葉稻熱病抗性增加，梅雨期晚來時，稻株對葉稻熱病已有抗病力，則較易發生穗稻熱病(10,33,85)。

二、稻紋枯病(Sheath blight)

由紋枯病菌生態學研究結果，發現其初次感染源 (Primary inoculum) 爲菌核，二次感染源 (Secondary inoculum) 則以菌絲爲主。吉村曾報告，推測有性世代之擔孢子可爲二次感染源，但尚未見試驗證明(2,4,6,7,9,15,35,85)。

杜及張報告，目前耕作方式下，植稻期間田水中菌核之漂浮量，以整田後至插秧期間最多，菌核在稻田水面之分布受風向及風速影響最大，灌溉水次之，例如第一期作初期，西北季風較強，稻田東南角水面漂浮之菌核量最多，與其他角落呈極顯著之差異。插秧後田水中漂浮之菌核數逐日遞減，一個月後就不易由水中採集到菌核，此時大部份菌核被漂流到四周之田埂上，成爲無效感染源外，少部份菌核漂流在田水中時碰到水稻植株，菌核就附著在稻葉鞘外側，其附著位置並隨水稻之生長而昇高。分蘗中期因稻叢莖數增加，稻叢間濕度加大，菌核開始發芽感染葉鞘致病，此即爲第一次感染源(6,7,9)。

從插秧至分蘗中期在田中所採集到之菌核，其發芽率約爲 50-75 %，分蘗期田間紋枯病之發生，與附著菌核之水稻叢數，及菌核發芽率有關。第一期作插秧 30-45 天後，或第二期作 15-30 天後，即水稻分蘗中期，紋枯病從稻叢基部開始發生。病菌侵入水稻組織後，利用菌絲在組織中蔓延，濕度大尤其遇下雨時，病斑急速往上擴展。水稻分蘗盛期以後，株間稻葉逐漸稠密，田間交織的稻葉即爲第二次感染源傳播之工具，相對濕度高、有露水或下雨時，病菌之蔓延則更迅速，水稻孕穗期及抽穗期爲紋枯病橫向病勢進展主要時期。田間觀察發現，利用發病莖之病葉爲傳

染源時，因葉片基部受害，如遇天候乾燥，水份無法輸送，極易乾枯，傳染能力隨之消失；但健株之葉片伸展至發病叢受病菌感染時，無論天候乾或濕，病菌之菌絲均能順著葉片傳染到健叢上。此可說明，氣象不適合一般菌類病害發生之年份，紋枯病發生面積率尚高達 10 %以上之原因 (6,7,9) 。

環境適宜時，紋枯病菌從長出菌絲至產生成熟菌核，只需 80 小時。田間微氣象變化很大，病菌自侵入水稻組織後，一般需要 5-10 天，可陸續產生菌核。插秧後約 70-80 天，田間病株上陸續有菌核形成，菌核因受外力振動而掉落，因此田水中之菌核量又呈不規則升高，此時田水中之菌核發芽率高達 90-100 %，但這些菌核甚少感染孕穗期或抽穗期水稻。綜合上述各點，得知紋枯病以菌絲爲第二次感染源，所以本病在田間之分布型態爲叢集型，即由初次感染源菌核所感染之稻叢向外蔓延成一聚落 (6,7,9,30) 。

溫度低於 4 °C或高於 40 °C時，紋枯病菌即停止生長。紋枯病菌之最適生長溫度爲 28 °C，每小時菌絲可生長 1.27 公釐，即每日可生長 3 公分以上。在恆溫培養箱內，利用人工接種測定病勢進展，結果 24-28 °C最適合發病及病斑擴展， 12 °C以下接種 7 日後尚未見發病，國外報告則以 28-32 °C及 30-32 °C爲最適合發病之溫度。菌核形成則在 24-28 °C溫度下最快，以 16-20 °C之溫度範圍內所產生之菌核量最多。病莖上，紋枯病菌以 24 °C爲最適形成菌核之溫度。相對濕度對稻紋枯病之影響，杜及張報告相對濕度 81-92 %最適合稻紋枯病之發生，國外則分別有 96-97 %及 95 %左右最適合發病之報告。菌絲生長最適酸鹼度爲 pH5.0-7.0 之間，偏酸至 pH4.2 時菌絲生長尚無顯著影響，但 pH 值升高至 8.0 時，菌絲生長已顯著緩慢，菌核形成則以鹼性較爲有利 (6,7,9,30,63,85) 。

水稻紋枯病原菌主要以菌核爲殘存體，簡等報告，田間紋枯病發病率 28.5 %時，每公頃產生菌核量高達 200 萬個之多；杜等則報告，紋枯病發病率 18 %時，每公頃產生的菌核量高達 300 萬個之多。病株上之菌核在水稻收穫後，大部份菌核掉落於稻椿上，分析稻椿上與土表面菌核量比值平均爲 7.9 比 1 。收穫時菌核發芽率約爲 90-100 %，殘存至下期作插秧時降爲 70-80 %，到分櫱期約爲 50-75 %。菌核被埋入積水狀況之砂土中約可存活 8 個月，在土表面則可活 2 年之久 (6,7,9) 。

三、箱育秧苗立枯病(Seedling blight)

插秧機所用秧苗係於育苗箱中培育，育苗箱長 60 公分寬 30 公分高 3 公分，其栽培土淺，稻種播種量多，播種後堆積催芽 4 至 5 天，等待秧苗長出土面後再移出田間綠化，此種育苗環境很適合微生物滋長，因而多種兼性寄生之弱病原菌能迅速增加族群密度並引起病害。秧苗立枯病之發生與否，非常符合植物病害發生之三角

生態關係，即寄主植物、病菌及環境三者間互動結果。稻種及秧苗爲寄主植物，生長勢強則抗性強，相對生育受阻時受爲害之機會增加。本病之病菌種類很複雜，不同栽培土而有不同的病菌，各種病菌是否會引起立枯病，則視環境是否適合病菌生長而定。茲分別討論如下：

秧苗在 20 °C以上生長快速不易發生立枯病，在 15 °C以下生育受阻、抵抗力弱、易發生立枯病。簡與朱氏報告，在夜間溫度 20 °C之溫室內育苗至 1.5 葉期，再移置 3 °C或 10 °C之低溫室內，分別經 3 天與 7 天處理，發現 3 °C下經 7 天，其發病率達 39.8 %，處理 3 天爲 13.6 %，而 10 °C下處理 7 天者爲 7.5 %，處理 3 天僅達 4.2 %，溫室內對照組未發病。第一期作遇低溫時，影響秧苗之生育，抗病力弱容易罹患立枯病 [48,70,71] 。

稻種發芽期間需氧量高及適量水份，如以黏土爲栽培土容易造成浸水狀態，以砂土爲栽培土保水力差容易太乾，二種都會引起稻種發芽不良，也容易發生立枯病。因此栽培土之土壤質地應採取排水良好的壤土爲佳，極重黏土或砂質土壤皆不良。

秧苗立枯病之病原菌大多爲土壤棲息眞菌，因此秧苗立枯病之發生與栽培土壤來源之關係密切。一般而言，旱地土壤中菌類密度比水田土壤高，所以用旱地土壤爲栽培土容易發生立枯病，以表土爲栽培土之發病率較心土爲高。作物剛收穫之田土有高密度病菌，做爲栽培土容易發生立枯病。經過休閒之田土或將採回之土壤儲放一段時間後，土中病菌密度降低，再用做栽培土，立枯病之發生將會隨之降低 [48,73,74] 。

溫度除了影響秧苗生長及抗病性外，亦會影響微生物之生長，溫度環境不同，土壤中微生物相也會有所不同，主導秧苗立枯病發生之病原菌亦有不同。不同種的 *Pythium* spp. 或 *Fusarium* spp. ，就有不同的生長適溫，因此各種溫度下培育秧苗均會接觸到這二屬眞菌。 *Pythium* spp. 生長快速，各種溫度環境都有機會引起秧苗立枯病。 *Fusarium* spp. 生長較慢，又是弱病原菌，因此低溫環境下秧苗生育受阻時，容易被 *Fusarium* spp. 感染致病，高溫時因秧苗生長快速抗性強，致病機會較少。 *Mucor* spp. 低溫時較易引起秧苗立枯病。 *S. rolfsii* 、 *Rhizopus* spp. 及 *Rhizoctonia solani* 均屬於高溫菌，在高溫時易引起秧苗立枯病，但 *S. rolfsii* 感染源活力較強時，在低溫環境下亦會引起秧苗立枯病 [73,74] 。

土壤酸鹼值對秧苗立枯病發生之影響，黃氏報告， *S. rolfii* 引起之立枯病以 pH 5.5-5.6 之發病率最高， pH 4.5-4.7 最低。對其他菌類引起之立枯病，以 pH 6-7 發病率最高， pH 5.1(15 °C下) 最少，但低於 pH 3.6 對稻苗生長不利，因此應以 pH 4.5-5.0 之土壤爲床土最佳 [76] 。

稻種之播種量直接影響秧苗之生育及抗性，亦間接影響秧苗立枯病之發生，如播種量過密，稻種在育苗箱中容易相互堆疊，堆積期間育苗箱之單位面積內稻種發芽時所分泌之營養份多，病原菌迅速滋長而增加發病機會。同理在育苗箱移出綠化後，播種量多其秧苗亦密，因此秧苗纖細抗病力弱，病原菌在秧苗間之生長快速，所以極易發生秧苗立枯病，適當之播種量以每箱 220 kg最佳 (32,45,51) 。

四、稻徒長病(Bakanae disease)

稻苗徒長病之最適發病溫度，各學者專家所報導結果並不一致，瀨戶氏報告爲土壤溫度 35 °C，高橋氏報告土溫 30 °C最適發病，西門氏報告 31 °C最適發病，但意大利及錫蘭兩地之報告則稱低溫徒長病多而高溫 35 °C時發病少。台灣以往第一期稻作苗徒長病比第二期稻作爲高，因而低溫似乎比較適合徒長病之發生。綜觀各方面報告及田間發病情形，可推論凡是適合水稻生長之溫度即適合徒長病發生 (28,29,85) 。

大氣中相對濕度對徒長病之影響不大，土壤濕度影響則很大，湛水狀況下不適合鐮孢病菌之生長，徒長病發生較少，土壤維持一般旱作之田間含水量或略乾狀況下，較適合徒長病發生。育苗時適合徒長病菌生長之期間長短，對徒長病發生百分率影響最大，水秧田育苗之初期大部份時間爲湛水狀態，後期土壤較乾，因此老秧苗徒長病率甚高。箱育秧苗因播種量多土壤淺又非湛水狀態，因此徒長病比較多，但因箱育秧苗期間短，有時病株不易顯現 (29) 。

稻種帶菌是徒長病的主要傳播途徑，土壤傳播之機率比較小。早期人們認爲水稻開花時被徒長病菌之分生孢子感染，乳熟後成爲病穀，爲下期稻作徒長病最主要之初次感染源。筆者及日本學者研究，均發現水稻開花時被病菌感染的機率很小 (3,26,28,29) 。

稻種傳播徒長病，可分爲徒長病株上的秕粒及健穀被污染二種方式。病株上的秕粒內外含大量之病菌，浸種催芽時病秕長出菌絲及孢子感染鄰接之稻種。健穀被污染時大多只有污染稻殼，健穀被污染時機除收穫時的污染，本田期也是重要時機，本田期稻穀受子囊孢子或分生孢子污染的田間環境不同。稻田常維持灌水狀態，稻株基部濕度高，病株基部容易腐敗而較快枯死，病菌在高濕下容易形成有性世代，病菌利用子囊孢子污染稻穀。稻田比較乾之環境，徒長病株較慢枯死，病菌雖然不容易形成有性世代，但是病株高度超過健株，健株抽穗時，病株上的分生孢子很容易污染健穀 (13,28,29) 。

被污染的穀粒播種後之發病率，張氏報告，以每顆穀粒平均帶有 4.2 個菌體之稻穀，播種後可得 8.25 %之徒長苗，證明污染於稻殼外之病菌亦可致病。宇氏報

告，土壤接種徒長病菌之分生孢子，當每公克土壤含 645 個菌體時，即可引起稻苗徒長病。張氏報告，稻田中 *F. moniliforme* 之分佈不均，稻徒長病株附近的土壤含較高濃度的病菌，病組織中之病菌被埋入土中可爲感染源，但因病菌族群密度不高，所以稻苗徒長病雖可經由土壤傳播，但機會比稻種傳播爲小 (3,26,28,29) 。

五、胡麻葉枯病(Brown spot)

本病菌之殘存，係靠其菌絲或分生孢子。分生孢子在乾燥環境下可存活 3-6 個月，但在高濕度下則存活約 1 個月而已。不過有報告指出，感染稻種之分生孢子平均可存活兩年。病組織中之菌絲，平均可存活 3-4 年。本病初次感染源，分別來自帶菌稻種及田間病稻草 (32,85) 。

稻種上帶有本病菌，經浸種催芽及播種後，其初生芽及根可能被感染，除了在育苗箱中高密度秧苗及低溫環境下，會引起秧苗枯萎外，正常狀況下，秧苗會迅速長出葉片，病菌並未感染葉片產生病斑。病菌在稻種穀粒及子葉上增殖，所產生之分生孢子，爲感染秧苗後期葉片之第二次感染源。

本病菌之分生孢子無休眠性，只要濕度夠，雖未脫離分生孢子梗，亦會發芽。脫離分生孢子梗之孢子，一般從基部及頂端細胞長出發芽管，發芽管常覆有黏稠液有助於附著在固體表面，發芽的先端會形成附著器，形成在寄主表面之附著器，會產生侵入釘直接貫穿表皮細胞，發芽管亦可不產生附著器直接經由氣孔侵入組織內。溫度 20-28 °C之高濕環境下，分生孢子在稻葉表面，經 4-8 小時即可完成侵入過程 (85) 。

肥料養分對本病之影響，與其它病害略有不同，稻株缺乏氮肥易發生本病，足量氮肥可抑制本病發生，恰與稻熱病、紋枯病及白葉枯病等病害相反。鉀肥及矽酸肥之影響，則與其它病害相同，均可增強抗病。砂質土壤、泥炭地土壤或土壤淺之稻田，因土壤貧瘠及保肥力差易發生本病 (11,12,85) 。

其它病蟲害發生後，造成水稻生育不良，亦會併發本病，其中以黃萎病及病毒病害最明顯，除山區環境外，稻熱病與胡麻葉枯病同時發生之情況較少。化學肥料施用過度，未施用有機肥，土壤中有機質減少，本病將漸次增多。酸性土壤易引起有效鐵及錳等缺乏，較容易發生本病。各種土壤因子對水稻產生不良影響，均會併發本病，如植物殘株等有機物在排水不良之土壤中，異常醱酵產生有害物質，造成水稻生育不良，而誘發本病。土壤過於乾旱時，或地下水過高排水不良，或利用冷泉水灌溉之田地，均易因稻生理障害而發生本病 (85) 。

六、稻葉鞘腐敗病(Sheath rot)

本病菌最適生長溫度 30-31 °C， 37 °C略可生長， 13 °C以下不生長， 50 °C經 5 分鐘即可致死。另有報告菌絲生長適溫爲 20-28 °C，孢子發芽爲 23-26 °C [85]。

病害之發生生態研究報告不多，一般所知本病可經由稻種傳播，病菌經由氣孔或傷口侵入。其它病蟲害例如黃萎病株及螟蟲爲害後，常會併發葉鞘腐敗病。田間稻細蟎身體上有大量葉鞘腐敗病菌，一些是體外污染，另一些則是細蟎食進體內。葉鞘腐敗病菌與稻細蟎同時爲害形成之病徵，與單獨由病菌引起者並不相同。其它昆蟲或動物對病菌傳播所扮演角色，尙未見報告 [68,80,81,82,85]。

本病菌之腐生性很強，可以與其它腐生菌競生。田間潮濕環境下，病組織內的病菌會繼續生長，並產生大量孢子，在田間繁衍後代。本病菌在稻田間隨時存在，是否發病可能與稻株抗感病性有關。田間觀察發現，稻品種之稻穗伸出度與本病發生有關，部分伸出及不伸出之稻品種，比較容易發生本病。一般而言，秈稻品種比粳稻感病，秈稻品種容易形成典型病徵，粳稻則較易得不稔症。施氮肥過量使稻株太濃密，稻組織較軟易引起本病 [68]。

七、稻小粒菌核病 (Stem rot)

小粒菌核病的病組織枯死後，病菌在組織中形成大量菌核，並可延續至稻收穫後。病菌在稻椿上繼續產生菌核，與零落殘留於土中的菌核，成爲下期作之初次感染源。各方研究結果，顯示小粒菌核病菌在田間，至少可存活 4 個月以上，均比台灣耕作方式之期作間隔爲長。本病菌之菌核在稻田中之消長，筆者進行稻紋枯病生態研究時，同時發現本病菌與紋枯病菌相似，整地至插秧時田水中菌核量最多。每公頃小粒菌核病菌之菌核量，估計約在 100 億至 1000 億左右，插秧後每叢水稻外表上常附有數十至數千個菌核，本菌之腐生性較強，稻株上之菌核會發芽，並於植物殘體等有機物質上生長，無有機物可供生長或環境不適合時菌核發芽後隨之死亡，受稻株本身抗性及拮抗微生物之影響，只有少數菌核發芽後會感染水稻葉鞘。本病之病斑上會形成分生孢子，野中氏報告，分生孢子之感染較菌核之感染少，經由分生孢子第二次傳染，對本病不具重要性 [85]。

小球菌及小黑菌接種在水稻葉片或葉鞘上，菌絲形成附著器及侵入菌絲之最適溫度爲 24-28 °C，在 36 °C以上不能形成附著器，在 8 °C時小球菌可形成少數附著器，小黑菌則不形成附著器。謝氏報告，指出小粒菌核病菌感染之最適溫度爲 24 °C，病斑發展之最適溫度爲 30 °C。無葉鞘稻莖上，刺傷後接種小球菌，在 8 °C及 36 °C可產生小病斑，小黑菌則無法產生病斑。對具有葉鞘之稻莖上，小球菌及小黑菌在 12 °C以下或 36 °C以上均不產生病斑。陳氏等報告，較高溫氣候下易發生小球菌核病，小黑菌則相反 [36,49,85]。

本病發病與稻施肥之關係極爲密切，多方面之研究結果，氮肥施用量多於正常量時易發生小粒菌核病，多施鉀肥時可減少小粒菌核病的發生，磷肥影響不大，但同時多施鉀肥與磷肥之水稻對小粒菌核病之抵抗性比單獨多施鉀肥者較易發生，矽酸可增加稻株抗性[85]。

灌排水影響菌核之形成、發芽、感染及病勢之進展，其中以灌水深度及排水時期與小粒菌核病發病之關係，較爲密切。綜合多位學者之研究結果，稻小粒菌核病對深水區稻株之感染率比淺水區爲高，可能因深水區中之漂浮菌核被帶到較高位葉鞘、菌核易流入葉鞘內側、葉鞘組織比較纖弱易感病等因素所致。但病菌侵入葉鞘組織後，病菌在病組織中之病勢進展，則洽好相反，即淺水區之病勢進展較快，其原因可能與稻組織之水份潛勢有關。降雨時期及降雨量對稻小粒菌核病之影響，與灌排水之影響頗爲相似，感染期或感染期來臨前降雨量多，稻株被感染率增加。病勢進展期降雨量豐富，病勢進展速率就降低[1,20,36,49,85]。

稻品種對小粒菌核病之抗感病性，多篇研究報告均指出，稻品種間之抗感病性因年而有差異，這種差異乃起因於稻生育期間之氣候所致。一般而言，早熟品種比晚熟品種較感病[36,85]。

水稻其他病蟲害與小粒菌核病亦有密切關係，例如有節稻熱病、紋枯病、線蟲心枯病等病害併發時，可以抑制水稻小粒菌核病之被害度。水稻受二化螟蟲及飛蝨爲害後，有助於小粒菌核病之感染及病勢進展，爲衆所周知之事實。稻胡麻葉枯病與稻小粒菌核病之間，常有共同爲害並互相增加其爲害程度之現象[49,85]。

八、稻褐條葉枯病(Narrow brown leaf spot)

國內外對本病之生態研究不多，大多注重於病害之致病過程，應用研究則注重寄主之抗感病性。本病之病原菌經由氣孔進入寄主組織，並在寄主之柔膜組織建立族群，在表皮細胞中縱向擴展。孢子柄由氣孔下之菌絲長出，再經由氣孔長出寄主外表。人工接種結果發現老葉片與新葉片之感病性同，但病斑之顯現需 30 天以上，因此本病在田間均於水稻後期出現。利用水耕液培育水稻，發現鉀含量高，稻株對本病較感病。國外報告，稻品種對本病之抗感病性有明顯差異。本省對本病僅有病菌記載，無基礎或應用性之研究，歷年亦未對其發病面積加以統計[85]。

九、稻白葉枯病(Bacterial blight)

高溫高濕爲白葉枯病主要發生條件，高溫適合病菌生長，高濕有利病菌傳播及侵入。溫度 25-30 °C，病害發生嚴重， 17 °C則很少發生。颱風挾帶高雨量易造成稻白葉枯病大流行，尤其洪水淹沒稻田後，發生更爲嚴重[84,85]。一般觀念認爲係

因颱風造成稻葉傷口有利病菌感染，由近年來本省稻白葉枯病日漸猖獗，第一期作發病面積逐年擴大之情形，颱風並非必要條件，長期下雨或濃霧均有利本病之傳染。農友之作業習慣也是一個影響因子，露水未乾前下田工作將成為主要傳播工具。

稻白葉枯病菌在土壤中存活不長，本菌在土壤內之存活，受土壤含水量及溫度之影響。淹水土中存活時間比在含水 20 %的土壤中為短；溫度 30 °C存活時間為 4-8 天， 20 °C則可存活 32 (14) 。病菌在田間亦可存活在稻椿及禾本科雜草上，而把病菌釋放到灌溉水做為第一次感染源 (38) 。種子傳播一直是一個爭論問題，研究報告均已證實稻種子內含有白葉枯病菌，嚴重被害株之種子帶菌率可達 100 %。利用帶菌種子播種至今尚沒有人能觀察到產生病株。由田間初發病之病株分佈，卻符合種子傳播之特性 (84,85) 。

十、稻細菌性穀枯病(Bacterial grain rot)

稻細菌性穀枯病生態之研究，日本報告較多，綜合各方面結果，得知本病之發病溫度在 24-35 °C之間，以 30-35 °C最適合發病。抽穗前後氣候，日最低溫度在 22-23 °C以上，則細菌性穀枯病亦隨之增加。稻抽穗前後下雨有助本病之發生，下雨時間及頻度比雨量之影響為大。臺灣第一期稻作抽穗期，雖然濕度夠高，但大部份地區之溫度皆不夠高，尤其日最低溫度（夜溫）太低，故本病發生較少。中南部第二期稻作之抽穗期氣候，很符合上述高溫多濕之條件，因而本病發生較普遍；北部地區稻抽穗期，較少同時高溫高濕，下雨時有降溫現象，重露高濕亦發生於日夜溫差大之時候，因而本病甚少發生 (22,23,24,85) 。

水稻孕穗後期，將病原細菌懸浮液注射進入劍葉葉鞘內側，使直接與幼穗接觸，待懸浮液自葉鞘上端處溢出為止，結果其葉鞘從針刺處開始病變，初呈黃褐水浸狀後轉為深褐色，葉鞘組織最後乾枯壞死，幼穗亦皆被感染，大部份抽穗不良，稻穗抽出後亦無法開花授粉，所有病穀皆成空粒之秕。由此證明，有傷痍情況下，本病菌亦可為害葉鞘組織。水稻孕穗後期及抽穗期以噴霧法接種病菌懸浮液，葉鞘都未見有病變之現象，因此證明無傷痍下，本病菌不會感染稻葉鞘。稻穗則均表現激烈發病，並以孕穗後期至抽穗後 4 日期間呈極感病反應，稻穗之大部份穀粒成空秕，穗梗直立不易彎曲 (72) 。

本病之傳播途徑，一般認為以稻種傳播為主，甚少經由土壤傳播。稻種帶穀枯病原細菌，在苗期會引起苗腐敗枯死。稻種經次氯酸鈉溶液消毒後，再人工接種稻細菌性穀枯病原細菌，可得嚴重之苗腐敗症，但其發病程度受土壤中之微生物相影響甚大，未滅菌土壤或添加腐生菌則發生輕微或不發病。穀枯病原細菌引起之苗腐

敗病，在日本甚爲普遍而且嚴重，臺灣並不嚴重，可能與微生物相有關 (21,22,23,24,72,85) 。

十一、稻黃萎病(Yellow dwarf)

稻黃萎病之病原可分別在媒介昆蟲體內、再生稻及禾本科雜草上存活，成爲下一期稻作之初次感染源。在臺灣，黃萎病之發生以第二期稻爲主，第一期稻發生相對輕微，產量蒙受損失亦較小。陳氏等於 1973-1976 年在台中地區黃萎病常發地東勢、大里調查黑尾葉蟬傳播黃萎病之生態指出黑尾葉蟬在田間一年出現二個傳病蟲率高峰期，第一個高峰期於 2 月至 3 月上旬出現，傳病蟲率爲 29-64% 不等，這些蟲源爲第一期稻水稻感染黃萎病主要之來源，但此時適值全年間黑尾葉蟬自然族群密度最低季節，實際參與傳病之蟲數相對減少，水稻感染黃萎病之機率相對降低，加以第一期水稻生育初期自然氣溫低，感病之水稻受低溫之影響，病徵往往延至生育後期方始出現，對產量影響甚少。第二個媒介蟲傳病蟲率高峰期於 7 月至 8 月上旬出現，傳病蟲率爲 10-36% 。此時正值全年間黑尾葉蟬自然族群密度第一個高峰期之後期，田間族群密度尙高，故第二期稻秧苗期及本田初期之水稻感病機率遠較第一期稻大。第二期稻初期高溫，罹病稻株於插秧後 50-60 日大量出現病徵，嚴重影響水稻產量 (17,41,42,85) 。

十二、稻縞葉枯病(Stripe)

本病主要由斑飛蝨媒介傳播，受氣候及蟲齡影響，斑飛蝨吸入病毒至能傳毒之潛伏期爲 5-21天，經過潛伏期後之二週內傳毒能力最強，帶毒蟲終生帶毒，部份帶毒母蟲會將病毒傳給後代。稻株被感染後，因環境及稻齡不同，潛伏期爲 10-25 天。斑飛蝨及本病病毒之寄主範圍均廣，因此病害之發生受斑飛蝨族群密度影響最大。田間病徵出現時期及病徵潛伏期推測第一期稻有二個主要感染期，第一次感染發生在秧苗期及本田初期，以越冬媒介昆蟲爲主要傳病蟲源。第二次感染發生於分櫱盛期，媒介蟲源爲越冬蟲遷入本田後所繁殖之第一世代成蟲或第二代若蟲。縞葉枯病在第二期稻發病均較輕微 (38,39,40) 。

十三、稻白尖病(White tip)

稻白尖病由病原線蟲 *Aphelenchoides besseyi* 所引起。本病主要經稻種傳播，稻種帶有高密度病原線蟲，將於苗期開始發病，心葉淺黃綠色或青白色，隨之乾枯，稻苗期及插秧初期健株生長快速遮掩病株，因而不易察覺發生線蟲白尖病。病原線蟲經由稻種傳播，因捲曲膠著於稻殼內表呈休眠狀態，可存活三年以上。田間

水稻收穫後，病原線蟲也可在稻稈、遺落田間穀粒或秕粒存活越冬，這些帶蟲材料藉由灌溉水流到秧苗或稻株上，病原線蟲附在稻葉鞘，再轉入葉鞘內側及心葉部位繁殖生長致病。本病之病原線蟲屬於莖芽線蟲，寄主範圍廣，在田間會感染冬季裡作之作物，也會成爲下一期作的初次感染源(25,46,47,85)。

水稻病害之綜合管理

水稻病害之防治，預防重於治療。預防病害之發生，包括稻品種選擇、栽培管理、田間衛生及瞭解發病生態掌握防治適機。風土病每年甚至每期稻作都會發生的病害， 因此可以在未發病就事先做防治工作。流行病則受氣候影響，要留意病害發生預測，掌握發病初期的防治措施。

一、選種抗病品種

除了紋枯病尚未有抗病品種，白葉枯病抗病品種不多以外。目前推廣栽種的水稻品種，對大多數病害具有抗病性，其中對稻熱病大多具有強的抗病性。目前推廣栽種的水稻品種，育種期間都在全省各地區經過長時間的試驗，由各地區農業試驗改良場所分別檢定各種特性，各種特性表現優良才能通過命名審查，抗病是其中必備檢定工作之一。因此，稻品種命名推廣時，對當時田間稻熱病菌大多有強的抗病性。新抗病品種推出後，稻熱病菌無法感染稻株繁殖後代，病原菌爲了生存就會發生變異，產生新的生理小種感染抗病品種，再引發稻熱病使抗病品種罹病化。稻熱病菌感染某一個稻品種後，就會適應這一個稻品種。也就是說，病原菌的不同生理小種菌株會感染不同的稻品種。單一種抗病品種栽種的面積越大，稻熱病菌變異產生新生理小種的機會也越大，新生理小種在沒有其他小種的競爭下生長繁殖很快，容易引發流行病(5,8,14,27,34,37,50,52,56,57 ,58,59,60,67,77,85)。

依據稻品種與病菌生理小種的互動關係，要防止新生理小種的快速滋長，我們可以採取的對策有二種，其一是輪種不同抗病性的稻品種，其二是種植多品系或混合品種。品種輪作防治植物病害，國外報告麥類銹病及白粉病有很好防治效果，這兩類病害都屬於絕對寄生的病原菌，只有在寄主植物活組織上才能繁殖生長。稻熱病菌屬於兼性腐生的植物病原菌，在收割後病組織上可以繼續生長並產生孢子，增加病菌的變異機會，由各地區每年稻品種輪作與稻熱病發生記錄，發現不同抗病性的稻品種輪作並不能有效控制稻熱病。不少國內外農業研究人員，努力研究利用多品系及混合品種防治植物病害，大多有不錯的防治效果，但是混合品種會影響農產品的品質。多年來，研究人員依據廣義的混合品種理論，將各地區栽種品種多樣化

防治植物病害，例如大陸曾經利用稻品種多樣化降低稻熱病的大發生，證明品種多樣化確實可防止稻熱病大流行。不過，我們是民主社會，每個人都有充分的自主權選擇稻品種，各地區要實施稻品種的多樣化，就需要大家相互研商規劃(8,18,19,57,64,65,66,77,85,)。

白葉枯病菌與稻熱病菌相似，具有生理型之分化。世界各地之水稻栽培區，因所栽培品種及環境的不同，其所存在之生理型亦有差異，亦即不同地區具有不同的病原群分布。故各不同地區宜各自發展其適用之判別品種體系，進而找出合適之抗病品種。檢測國內外稻品種對臺灣白葉枯病之抗性，發現臺灣大部份菌株之致病力甚強。篩選適合做為臺灣地區抗稻白葉枯病親本之稻品種系，結果顯示 IR 4442-46-3-3-3 、 IR 22 、 IR 22082-41-2 、 Malagkit songsong 、 IR 29 、 IR 30 、 IR 20 ’、 IR 28 、 IR 20 、臺農秈 19 號、嘉農秈 6 號、 IR 1514A 、 B 5354-5D-MR-1 、 IR 1545-339 和 IR 26’ 等 15 個品種系抗病性較強， IR 26 、 Tkm 6 、臺農 61 號、新竹 56 號、嘉南 8 號、高雄 139 號、光復 401 號、臺中 65 號、稗稈稻、高雄 142 號、臺東 29 號、臺稉 2 號、臺稉 3 號和臺南 9 號等 14 個品種則屬中抗病性。由此可知，稻白葉枯病抗病育種是今後水稻育種之重點工作(34, 84,85)。

二、栽培管理

1. 稻種處理：眞菌或細菌引起的水稻病害以及線蟲白尖病，常會感染或污染稻穀，而經由稻種傳播病害。病原感染稻種會造成穀粒不飽實成為秕粒，換句話說，稻穀中的秕粒帶有病原的機率很高。病秕粒帶菌量比被污染的穀粒高，病秕混在稻種中，其感染稻苗之潛勢更強。因此浸種前以硫酸銨水溶液水選健穀，去除病秕，再稻種消毒。硫酸銨水溶液之比重，蓬萊稻種採用 1.13 ，在來稻種則用 1.08(45,51,56)。
2. 溫湯浸種：為了消滅稻種上所攜帶之病原，可以實施溫湯浸種。溫湯浸種建議以乾稻種做處理，可以降低對稻種發芽之影響。溫湯浸種分成三個步驟，首先以 54 °C溫水預浸 5 分鐘，再以 56-57°C處理 15 分鐘，最後迅速放進 20 °C以下之冷水中 5 分鐘，最後步驟之冷水溫度能降至 10 °C以下更好。未做 54 °C溫水預浸時，處理時間可延長為 17 分鐘。溫湯處理後之稻種可以直接浸種育苗，或乾燥保存備用(32,85)。
3. 浸種及育苗管理：稻種應充分浸水，第一期作浸種 3-4 天，第二期作則浸種 2-3 天，浸種後將稻種瀝乾再以濕麻布袋覆蓋催芽，稻芽長出約 1mm 時播種，播種後覆土不要超過 5mm 厚度，如此可縮短育苗箱堆積時間，減少病菌感染機會。第一期作催芽之溫度避免超過室外氣溫太多，以防稻種及稚苗在短時間內受溫度

劇變而抗病性減弱。育苗箱所用栽培土，以病原菌較少之水田心土較佳。如果無法取得水田心土，所用土壤最好陰乾後存放較長時間，待土中病原菌密度降低後再使用。如使用舊育苗箱，因可能附著有病原菌，其發病率比新育苗箱者爲高，所以育苗箱使用後應馬上清洗，尤其育苗箱之角落需要特別注意清洗乾淨，洗淨後應消毒，如無法消毒至少需曬乾後再使用。每一育苗箱播種量以 220g 乾稻種量爲宜，播種太多秧苗太密易滋生病菌，易發生秧苗立枯病。第一期作遇寒流時，應蓋塑膠布保溫，寒流過後溫度回升時，則需將塑膠布兩端打開使能通風，避免過度潮濕促進病菌滋長。第二期作最好用尼龍網覆蓋，阻斷媒介昆蟲吸食時傳染病毒，覆蓋有色網會降低透光度造成秧苗纖弱要儘量避免，白色透光好 30 目以上之細網最爲理想。

4. 整地：翻整田地，除了讓我們容易插秧外，同時也可以將病蟲翻埋土中，降低田間病菌及害蟲的族群。整地時將田間植物殘株翻埋土中，植物殘株在土中會腐敗醱酵，醱酵過程中會降低土壤中的氧氣，也會產生一些對稻株不好的物質。因此，我們最好採取二段式整地，二次整地的時間最好有半個月以上的間隔，一方面讓埋入土中的植物殘體醱酵，一方面讓前期作留下的過剩肥料均勻化。
5. 灌排水：整地時採用淺水整地，以利將植物殘株翻埋。二段整地的間隔期，則採較深的田水，可以讓紋枯病菌等病原菌的菌核及植物殘株漂浮至下風處，撈起漂浮物曬乾燒燬，可降低病蟲密度。插秧後田中維持淺水狀態。往昔人工除草翻動田土可增加土壤中的氧氣，現今水稻栽培大多利用殺草劑除草，土壤未經攪動，土壤中的氧氣會漸次減少，容易呈現還原態而有礙稻根生長。一期作插秧後 25 天，二期作插秧後 15 天，水稻分蘗初期至分蘗中期之間，即可進行排水曬田，曬田到田土輕微龜裂後，接著採用間歇性灌排水，如此可以強化稻根，稻株健壯增加抗病力。如果田間有病害發生時，必須保持適當的田水，不能乾旱而增加稻株逆境壓力。水稻抽穗期以後改以深水灌溉，水稻生育後期愈晚排水愈好。
6. 行株距：行株距大，稻株比較健壯比較抗病，縱然發病也能比較耐病。那種行株距大小比較好？各地區土壤肥沃程度不同，因此，適當行株距就有不同，農友可自行測試比較。除行株距外，稻行的方向也會影響田間的通風，插秧行向採用與季節風同向，田間通風良好，可降低水稻病害的蔓延速率。
7. 施肥：肥料對水稻病害的影響，氮肥最爲密切，磷及鉀的影響較小。多施氮肥容易發生稻熱病、紋枯病及白葉枯病，氮肥多時磷肥會助長發病，鉀肥則可增加稻株抗病，氮肥多會降低鉀肥的效果。缺氮時容易發生胡麻葉枯病，顧及各種病害之防治，多施有機氮肥，可以避免缺氮肥，稻株也比較抗病。矽是稻株的重要元素，可以強化細胞增強抗病，施用矽酸鈣可增強稻株抗病，稻殼及稻草分解後也

會釋出矽酸化合物。前作種植綠肥，要採用二段式整地，粗整地時每公頃加施 75 kg石灰，可以促進綠肥分解。前作種植蔬菜殘留過多氮肥，亦要採用二段式整地，粗整地時可加施稻殼或稻草，稻殼及稻草分解時會利用氮肥，降低氮肥過量及不均勻的風險。

8. 田間衛生：水稻病害的病原常會感染田間雜草，繁殖增加病原密度，雜草也是媒介昆蟲的主要棲息處，所以清除雜草是防治病害的重要工作。病株收割後長出稻椿爲田間主要感染源，水稻收穫後應將稻椿翻犁，降低病原密度，也可避免長出稻椿供媒介昆蟲棲息。大多數病菌會殘存在病組織中，所以不能留置病稻草在田間。稻草要利用爲堆肥時，必須經過醱酵，完全腐熟後才能使用。白葉枯病除了靠稻葉接觸傳播，人在露水未乾的稻田中行走也會迅速將病害傳開，因此要避免在晨間在稻田中行走。

三、藥劑防治

1. 秧苗處理：水稻病毒病害及菌質病害之防治，以及每年都會發生稻熱病的地區，可以在插秧前 1 天選用各病害之登記藥劑，進行秧苗處理藥劑最能得到事半功倍的效果。選用粒劑可以直接撒佈後，以掃把輕掃秧苗使藥劑掉落，再澆水至土表面有水膜爲止。選用可濕性粉劑則先以 200-500cc 清水稀釋，再用澆水器澆灌。
2. 本田期處理：風土病爲每年均會發生，藥劑防治以稻生育期決定防治時機。以紋枯病爲例，紋枯病之初次感染源爲本田初期附著在稻植株上之菌核，分蘗期叢間濕度增大，附著在稻植株上之菌核開始發芽感染水稻致病，發病後病菌靠菌絲在交織的稻葉間進行二次感染，所以初次感染源多寡影響分蘗期之發病，分蘗期之發病又直接關係到後期之發病率，由此結果推論早期防治效果較佳，換言之分蘗期爲施藥的最佳時期。紋枯病初發生時就要即時防治，紋枯病菌的菌核具漂浮力，農友在水稻分蘗期時，可留意插秧期間的風尾處，因菌核密度高，發病會比較早。流行病受氣象因子等環境影響大，發病程度差異大，因此以初發病爲主要防治時機。以稻熱病爲例，稻熱病於第一期作較易發生，山區幾乎每年都會發生要提早防治。開闊的地區在平常年，稻熱病發生輕微或不發生，以經濟效益而言，可以不用施藥防治或減少施藥次數。中溫高濕的年度較易發生稻熱病，在初發生期就要立即防治，防止病害迅速蔓延成爲流行病。插秧後 35-50天爲葉稻熱病主要發病期，農友可留意農政機關發佈的水稻病蟲害的警報，掌握稻熱病初發生期。另外，稻田四周也可留置少量秧砧，秧砧的稻株密度高，比較容易發生稻熱病，可以早期偵測到稻熱病，當秧砧發生稻熱病就可進行藥劑防治。利用秧砧偵測稻熱病效率好，但是也會成爲重要的感染源，所以看見稻熱病後，應將秧砧

拔除埋入土中。農友無法每日巡田者，也不能利用秧砧偵測稻熱病，否則會增加稻熱病發生機會。稻熱病初發生應即施用藥劑防治，經 7-10天後，若繼續蔓延再施藥一次。水稻抽穗前 7 天及齊穗期各施藥一次，預防穗稻熱病。每公頃施用稀釋液的藥量，防治葉熱病需 1000 公升稀釋藥液，穗稻熱病則為 1200 公升。直接撒佈之粒劑及粉劑，以各農藥標示之用量為準 (7,10, 31,43,61,62,85) 。

3. 藥劑種類：目前登記推廣之水稻病害防治藥劑，係經過四個不同農業試驗改良場所的試驗，有三場所以上的防治試驗效果良好，才能正式登記，農友可安心選用。不過，長期使用單一種藥劑，病原菌容易產生抗藥性菌株，藥劑輪流使用可以降低病菌產生抗藥性的機會。不同劑型藥劑之選擇，除考慮施用所需工具外，也要注意劑型對藥效的影響，一般而言，施用粒劑防治稻熱病，水稻根部吸收藥劑再傳輸到地上部，所以時效比較慢，但藥效持續力比較久。農友使用農藥時，應依照各農藥商品標示使用方法及注意事項。

參考文獻

1. 小野小三郎。 1949 。稻小粒菌核病と灌排水との關係。北陸農業研究 1(1) ： 76-83 。

2. 井上好之利、內野一成。 1963 。稻紋枯病に關する研究。第一報被害の生態ずよび藥劑防除。日本農林水產技術會議事務局山口縣農業試驗場出版。指定試驗 (病蟲害)4:136 。

3. 宇國勝。 1975 。影響稻苗徒長病發生因子之研究。國立中興大學植病研究所第五屆畢業碩士論文。

4. 吉村彰治。 1955 。稻紋枯病の被害について。九州農試彙報 3(1):143-154 。

5. 杜金池、張義璋。 1978 。 *Rhizoctonia solani* Kuhn 之菌絲融合群及其對水稻之病原性。邱人璋 編 水稻病蟲害：生態學及流行學。農復會刊印。 pp.263-285 。

6. 杜金池、張義璋。 1981 。水稻紋枯病原菌之生態及生物防治。臺南農改場研究彙報。 15:1-24 。

7. 杜金池、張義璋 1991 水稻紋枯病之生態及防治。農試所專刊 32:65-81 。

8. 杜金池、張義璋 1992 作物抗病品種之培育。病蟲害非農藥防治技術研討會專刊。 233-250 。中華植物保護學會編印。

9. 杜金池、張義璋、王仲文 1979 水稻紋枯病菌之生態研究。科學發展月刊 7(12): 1208-1219 。

10.杜金池、蔡財旺、簡錦忠、蔡武雄、張義璋 編 1990 稻作病蟲害發生預測專輯-稻熱病。臺灣省農業試驗所及中華植物保護學會編印。農試所專刊 30 號。
11.李子純、許兩順、林慶喜 1978 土壤肥力與水稻胡麻葉枯病之關係研究。中華農學會 67 年度聯合年會特刊 pp.20-40 。
12.李子純、許兩順、林慶喜。 1980 。臺灣東部水稻胡麻葉枯病稻田肥力改進試驗。農業研究 29(1):35-46 。
13.佐佐木次雄 1978 特集稻作病害の收量および品質に及ぼす影響 " イネばか苗病 " 。農藥研究 24(3):19-24 。
14.吳信淦 1978 水稻抗稻熱病之類型。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學與流行學：213-224 。農發會出版。
15.吳龍溪 1971 稻紋枯病。邱人璋編 稻作病害。農復會刊印。 pp.49-76 。
16.邱人璋 1971 水稻黃葉病。邱人璋編 稻作病害 P.155-178 。農復會刊印
17.邱人璋、簡錦忠 1971 水稻黃萎病。邱人璋編 稻作病害 P.135-154 。農復會刊印。
18.邱善美、鄧耀宗 1975 水稻抗稻熱病混合品種之抗病性及生產力研究。農業研究 24(1,2):1-10 。
19.邱善美、鄧耀宗 1976 水稻抗稻熱病多品系品種及混合品種之抗病性、生產力及品質之研究。農業研究 25(4):249-258 。
20.河合一郎 1955 稻小粒菌核病の耕種的防除法。農業及園藝 30(5) ： 705-707 。
21.茂木靜夫、對馬誠也 1984 最近のイネもみ枯細菌病多發生とその生態。昭和 59 年度九州農試年報 pp.47-53 。
22.茂木靜夫 1984 イネもみ枯細菌病に發生生態と防除 (2) 。農及園 59(6) ： 782-788 。
23.茂木靜夫 1984 イネもみ枯細菌病に對する品種耐病性 (1) 。農業技術 39(12) ： 537-542 。
24.後藤孝雄 1983 イネもみ枯細菌病の發生生態と研究の現狀。植物防疫 37(9) ： 395-399 。
25.洪元平 1959 臺灣稻葉白尖病。植保會刊 1(4):104-109 。
26.孫守恭 1978 稻苗徒長病菌 (*Gibberella fujikuroi*) 之生態及生殖。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學與流行學。 pp.303-317 。中國農村復興聯合委員會出版。
27.張萬來、王茂康、楊遜謙 1965 水稻品種 (系) 之稻熱病感應性。農業研究 14(3): 1-10 。
28.張義璋 1973 稻苗徒長病菌有性世代及生態之研究。國立中興大學植病研究所第

三屆畢業碩士論文。
29.張義璋 1984 稻苗徒長病之傳播途徑。臺灣省政府農林廳編印。稻種消毒研討會專刊 pp.26-37 。
30.張義璋 1985 影響稻紋枯病菌生長及菌核形成之因子。中華農業研究 34:454-463 。
31.張義璋 1986 紋枯病罹病程度對稻穀產量之影響。中華農業研究 35:202-209 。
32.張義璋 1996 本省稻作病害防治。農試所專刊 59 ： 89-98 。
33.張義璋 2001 水稻稻熱病防治手册。行政院農業委員會農業試驗所出版。台中。13P 。
34.張義璋、謝麗娟 1999 抗臺灣地區白葉枯病之稻品種篩選。中華農業研究 48(3) ：101-109 。
35.堀眞雄 1967 稻紋枯病の被害預察と防除法。農業と園藝 42:1389-1392 。
36.陳其昌 1971 稻小粒菌核病。邱人璋主編 稻作病害。 pp.77-98 。農復會出版。
37.陳隆澤 1983 水稻品種（系）對稻熱病抵抗性反應之研究。農業研究 32(1):1-13 。
38.陳慶忠、柯文華 1986 水稻縞葉枯病主要感染時期之推定及適期防治試驗。台中農改場彙報 12:61-68 。
39.陳慶忠、柯文華 1988 縞葉枯病對水稻產量及產量構成因素之影響。植保會刊 30:259-268 。
40.陳慶忠、柯文華 1989 台灣水稻縞葉枯病流行學研究。植保會刊 31:290-303 。
41.陳慶忠 1984 水稻萎凋矮化病之流行學。植保會刊 26:315-321 。
42.陳慶忠 1978 水稻黃萎病之流行學。邱人璋編　水稻病蟲害：生態學與流行學 P.139-166 。農發會刊印
43.彭洪江、唐地元 1990 水稻紋枯病流行動態、藥劑防治時期及指標的研究。植物病理學報 20(2):153-158 。
44.梁文進 1979 氣象因子對稻熱病菌分生胞子發芽、附著器形成及侵入影響。科學發展 7(8):810-818 。
45.莊商路 1983 稉稻栽培。農民淺說 266A-糧作 55 。 46 頁。行政院農委會及臺灣省政府農林廳編印。
46.黃炤雄、黃修斌 1972 水稻白尖病病原線蟲在花器及穀粒內的生態（摘要）。植保會刊 14(4):189 。
47.黃修斌、黃炤雄 1973 脫水對水稻白尖病病原線蟲殘存的影響（摘要）植保會刊 15(4):188 。

48.黃益田 1975 稻苗枯病之發生及防治之檢討。農林廳編印。
49.黃益田 1978 小粒菌核病菌之生態。邱人璋主編 水稻病蟲害：生態學與流行學。pp.287-301 。農復會出版。
50.黃眞生 1971 台灣稻抗病育種及遺傳研究近況。邱人璋編 稻作病害： 297-305 。農復會出版。
51.黃賢喜 1983 秈稻栽培。 農民淺說 267A-糧作 56 。 48 頁。行政院農委會及臺灣省政府農林廳編印。
52.楊遜謙 1967 旱田式病圃之抗稻熱病育種試驗。農業研究 16(3):1-7 。
53.臺灣省政府農林廳 1985 台灣省水稻病蟲害發生預測 (1966-1984) 。
54.臺灣省政府農林廳 編 1960-1997 臺灣省植物保護工作總報告。
55.臺灣省政府農林廳 編 1960-1997 臺灣省農業年報。
56.臺灣省政府農林廳 1999 臺灣稻作發展史。 793 頁。中華農藝學會及豐年社編印。
57.歐世璜 1971 抗稻熱病育種的新途徑。邱人璋編 稻作病害： 31-48 。農復會出版。
58.歐世璜、簡錦忠、曾東海 1983 抗稻熱病育種的新抗源。植保會刊 5(2):115-123 。
59.鄧耀宗、許東暉 1979 水稻抗紋枯病之研究 1. 抗紋枯病之稻品種及其特性。中華農業研究 28(3):145-150 。
60.蔡武雄 1975 水稻品種品系對紋枯病抵抗性不同檢定方法之比較。農試所研究彙報 32:22-28 。
61.蔡武雄 1975 水稻紋枯病不同發病程度與產量及產量損失關係之研究。植保會刊 17(4):410-417 。
62.蔡武雄 1976 紋枯病對水稻產量損失估計。植保會刊 18(2):106-119 。
63.蔡武雄、游俊明 1978 水稻紋枯病之流行學及其對產量之影響。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學及流行學。農復會刊印。 p.247-262 。
64.簡錦忠 1968 稻熱病同一病斑所得菌株病原性之研究。農業研究 17(1):22-29 。
65.簡錦忠 1971 稻熱病病原菌之變異。邱人璋編 稻作病害 :11-30 。農復會出版。
66.簡錦忠 1974 稻熱病病原菌生理型之研究 (1970-1972) 。農業研究 23(1):16-37 。
67.簡錦忠 1978 稻熱病抗病程度對田間流行之關係。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學與流行學： 225-245 。農發會出版。
68.簡錦忠 1980 稻葉鞘腐敗病之研究及其對不稔症發生關係。植保會刊 22:31-39 。
69.簡錦忠 1984 露期對稻熱病之影響。農業研究 33(1):59-64 。

70.簡錦忠、洪雲卿 1971 稻苗立枯病症之初步觀察。農業研究 20(4) ： 47-52 。
71.簡錦忠、朱啓魯 1974 水稻秧苗立枯病病因之研究。研究彙報 32 ： 1-16 。
72.簡錦忠、張義璋 1987 水稻不同齡期及品種對稻細菌性穀枯病菌之感病性。中華農業研究 36(3) ： 302-310 。
73.簡錦忠、張義璋、謝麗娟 1987 箱育秧苗立枯病防治之研究。農試所油印。
74.簡錦忠、張義璋、謝麗娟 1990 箱育秧苗立枯病防治之研究。農試所油印。
75.簡錦忠、張義璋、廖英明、歐世璜 1983 臺灣水稻新病害－稻細菌性穀枯病。中華農業研究 32(4) ： 360-366 。
76.簡錦忠、黃益田 1978 水稻苗期病害之病原與生態。邱人璋主編　水稻病蟲害：生態學與流行學。 pp319-331 。農復會編印。
77.簡錦忠、謝麗娟、張義璋 1989 水稻台農七十號對稻熱病抗性之罹病化研究。農業研究 38:72-79 。
78.謝式坢鈺、梁文進 1975 茭白及水稻小粒菌核病菌之異同。植保會刊 17(4):372 - 383 。
79.謝式坢鈺、梁文進 1978 稻熱病菌感染前之行爲。邱人璋編 水稻病蟲害：生態學與流行學： 199-212 頁。農委會出版。
80.謝式坢鈺、梁文進、張世英 1977 水稻不稔症原因之探討，一、葉鞘腐敗病菌與不稔症之關連初報。植保會刊 19:30-36 。
81.謝式坢鈺、許美芳 1980 水稻不稔症病因之探討。 III. 水稻葉鞘腐敗病菌之生理及其與對不稔症之關連。植保會刊 22:47-55 。
82.謝式坢鈺、許美芳、梁文進 1980 水稻不稔症病因之探討。 II. 水稻葉鞘腐敗病之傳播與殘存及其與對不稔症之相關性。植保會刊 22:41-46 。
83. Hsieh, S. P. Y. 1979. Multiplication and translocation of *Xanthomonas oryzae* in diseased rice seedlings in relation to the occurrence of kresek. Proceedings Nat. Sci. Council 3:285-290.
84. Hsieh, S. P. Y. 1991. Recent status and future prospects on bacterial blight in Taiwan In Tu, C. C., et al ed. " The Rice Diseases " Proc. Symp. at TARI, Nov., 1990. 117-130. TARI Special bulletin no. 32
85. Ou, S. H. 1984. Rice Diseases. 2nd ed. Commonwealth Mycological Institute, Kew, Surrey England. p.201-222.

ABSTRACT

Chang, Y. C. 2003. Integrated management of rice diseases in Taiwan. p.39-60. *in*: Proceedings of the Integrated Management of Crops Pests in Taiwan.

(Department of Plant Pathology, Agriculture Research Institute, Wu-feng, Taichung 413, Taiwan, R.O.C.; ycchang@wufeng.tari.gov.tw)

Many resistant rice cultivars have been developed against diseases. But their resistance was lost or 'break down' because of the development of new races of the pathogens. Several varieties were recommended in order to diversify the resistant genes in a local area. Health seeds should be selected by salting water before seeding. Inner soil of paddy field was the best growth material of rice seedlings. Plastic covering protects rice seedlings from chilling and insect vectors in 1st crop. Field sanitation, crop rotation, adjustment of planting date, proper fertilization, good water management, soil amendment and chemical application have been suggested.